

丹沢大山の酸性霧と森林衰退

井川 学 神奈川大学工学部

我々は 1988 年より丹沢大山の中腹で霧の観測を行っているが、霧は大気中水分量が小さく、液滴径が小さいために単位体積あたりの表面積が大きく、含まれる汚染物質濃度が高い。大山の麓は関東平野と相模湾の間の海陸風の通り道にあたり、大山の麓で谷風が吹くと関東平野で発生した汚染物質は大山に輸送される。図 1 に、測定した霧の pH 分布を示すが、霧は雨に比して濃度は 10 倍高く、pH は 1 低い。また、主に硝酸によって酸性化した pH3 以下の霧が一定の頻度で発生している。大山の中腹の採取地点における霧成分濃度は麓の大気汚染度が高い時は高いが、その経時変化を見ると、大気中の霧水量 (LWC) の少ない霧発生直後は濃度は高いが、その後の濃度変動は、滑昇霧の場合では霧の最下点 (霧底) の位置の変化が主要な支配要因となる。すなわち、麓の湿った気塊は山腹に沿って上昇する過程で露点以下になって霧を発生させるとともに大気中の汚染物質は効率よく霧に吸収される。麓の湿度が増加すると標高の低いところから霧に包まれ、霧底は低下する。霧を含んだ大気が山の斜面に沿って上昇する過程で霧液滴は森林の樹冠に衝突して付着し霧水が捕捉されるが、気塊は上昇にともなって温度がさらに低下して新たな水滴を生ずる。新たに生じた霧水と平衡にある大気は霧底近くで霧水によって洗浄されているため、霧底から離れた標高の高い地点の霧は清浄な霧となる。霧採取地点と露底とが接近すると上記の洗浄効果がまだ有効に働いていないため、得られる霧水内汚染物質濃度は高くなる。すなわち、霧は大気を洗浄し樹冠はその洗浄作用に関与する中で霧を介して大気中の汚染物を吸収することになる。このことは、霧の樹木に対する大きな影響を示唆するものである。大山の山頂近くでは一年の 40% 以上が霧で覆われ、山頂の樹冠下の降水量は霧の沈着のために林外雨降水量の約 2 倍になっている。以上のことから、関東平野において発生した汚染物質が霧を介して丹沢山塊に多量に沈着し、森林に影響していることが予想された。

酸性霧の観測を続けている大山にはモミの原生林があるが、立ち枯れがかねてから問題となっていた。特に二酸化硫黄の排出量の多かった時期に、モミの成長は著しく低下し枯損木の数も急増した。その後、1980 年代からは新たに大山の裏手にある札掛において衰退が進行するとともに、丹沢主峰の頂に自生するブナ林の枯れが目立って来ている。ブナ林は山頂にあるだけに、枯れると地盤の崩壊を招き、首都圏の水瓶としての丹沢山塊の機能も大きく低下する。この原因を明らかにするため、モミやブナの苗木を育てて pH3 の酸溶液長期曝露実験を行ない、衰退機構を検討した。その結果、酸性霧により葉の表面のワックス層がダメージを受け、内部の細胞壁中で架橋剤として働くカルシウムやホウ素が溶脱することによって細胞壁が膨潤し、生体膜に固定され輸送特性を支配するカルシウム (mCa) を溶脱させることにより植物がストレスに対応できなくなることにより衰退することが示された。

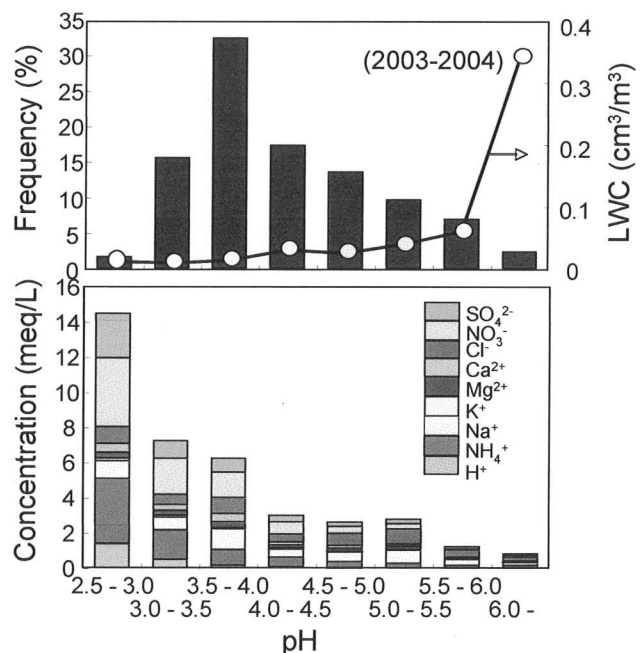


Fig. 1. Frequent acid fog events in Mt. Oyama (680 m a.s.l.).